

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



FILED

(11)

EP 0 915 184 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

12.05.1999 Patentblatt 1999/19

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: C23C 24/10, C23C 26/02

(21) Anmeldenummer: 97810830.6

(22) Anmeldetag: 06.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV RO SI

(71) Anmelder: SULZER INNOTECH AG

CH-8401 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:

• Kurz, Wilfried, Prof.Dr.  
CH-1025 St.-Sulpice (CH)• Bourban, Stèves  
CH-1994 Aproz (VS) (CH)

• Jansen, Franz

CH-8400 Winterthur (CH)

• Hofmann, Heinrich, Prof.Dr.

CH-1009 Pully (CH)

• Mari, Daniele

CH-1024 Ecublens (CH)

(74) Vertreter: Heubeck, Bernhard

Sulzer Management AG,

KS Patente/0007,

Zürcherstrasse 14

8401 Winterthur (CH)

## (54) Verfahren zur Herstellung einer keramischen Schicht auf einem metallischen Grundwerkstoff

(57) Das Verfahren zur Herstellung einer keramischen Schicht (12, 13) auf einem metallischen Grundwerkstoff (1') kombiniert folgende Massnahmen: Der Grundwerkstoff wird vorgeheizt. Keramisches Beschichtungsmaterial (30) wird auf einen lokal geschmolzenen Oberflächenbereich (10) des Grundwerkstoffs aufgebracht. Dabei wird das Beschichtungsmaterial ebenfalls aufgeschmolzen. Mit einem

Zusatzmaterial, das mit dem Beschichtungsmaterial reagiert und das auf dem Grundwerkstoff als Haftvermittlungsschicht (11) zusätzlich aufgebracht ist oder dem Grundwerkstoff als Legierungsbestandteil beigegeben ist, wird eine metallurgische Verbindungszone (12') erzeugt.

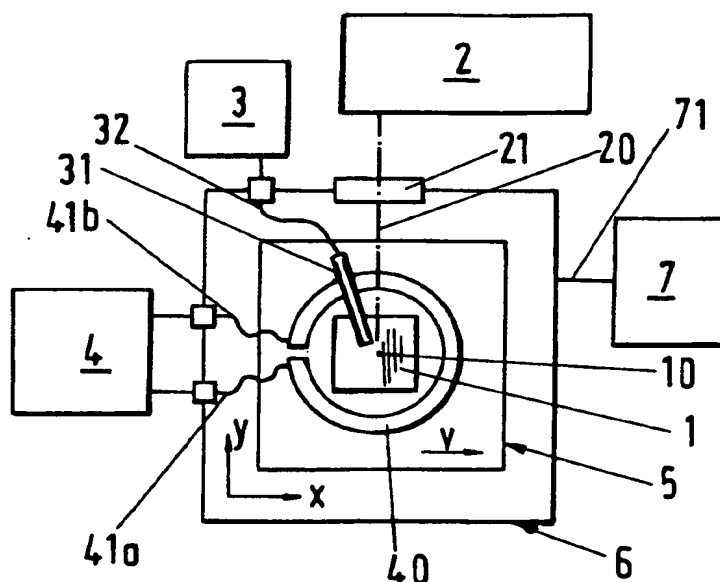


Fig.1

EP 0 915 184 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer keramischen Schicht auf einem metallischen Grundwerkstoff, eine Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens sowie nach dem Verfahren hergestellte Werkstücke. Das erfindungsgemässe Verfahren kann beispielsweise als Oberflächentechnologie bei Turbinenrädern (zum Schutz von Schaufeln oder Schaufelspitzen bei Gas- und Dampfturbinen oder Peltonrädern) oder bei Dieselmotoren (Kolben, Zylinderköpfe, Ventile) angewendet werden.

[0002] Mittels keramischer Beschichtungen können im Prinzip metallische Oberflächen bezüglich verschiedener Eigenschaften wesentlich verbessert werden, nämlich beispielsweise bezüglich des Verschleiss- und/oder Korrosionswiderstands. Die Beschichtung kann bei höheren Temperaturen auch als Wärmedämmschicht und Verschleisschutz verwendet werden. Ein keramisches Material mit einem metallischen zu paaren ist wegen grossen Unterschieden zwischen diesen Materialien sehr schwierig. Es ist Aufgabe der Erfindung, mittels eines geeigneten Verfahrens und mit einer geeigneten Auswahl der Materialien eine technisch verwendbare keramische Schicht auf einen metallischen Grundwerkstoff aufzubringen. Anspruch 1 fasst die Merkmale der erfindungsgemässen Lösung dieser Aufgabe zusammen.

[0003] Das Verfahren zur Herstellung einer keramischen Schicht auf einem metallischen Grundwerkstoff kombiniert folgende Massnahmen: Der Grundwerkstoff wird vorgeheizt. Keramisches Beschichtungsmaterial wird auf einen lokal geschmolzenen Oberflächenbereich des Grundwerkstoffs aufgebracht. Dabei wird das Beschichtungsmaterial ebenfalls aufgeschmolzen. Mit einem Zusatzmaterial, das mit dem Beschichtungsmaterial reagiert und das auf dem Grundwerkstoff als Haftvermittlungsschicht zusätzlich aufgebracht ist oder dem Grundwerkstoff als Legierungsbestandteil beigegeben ist, wird eine metallurgische Verbindungszone erzeugt.

[0004] Dank der erfindungsgemässen Verbindungszone haftet die Schicht gut auf dem Grundwerkstoff. Es müssen solche Materialien gewählt werden, für die sich eine solche Verbindungszone oder Zwischenschicht ausbildet. Bei der Wahl der Materialien muss ferner beachtet werden, dass die keramische Schicht eine geeignete Mikrostruktur aufweist und dass zwischen Schicht und Grundwerkstoff nur kleine Restspannungen verbleiben. Insbesondere soll auch die Erzeugung einer Schicht möglich sein, die dicht, d.h. weitgehend rissfrei, und kompakt, d.h. weitgehend porenfrei, ist. Für besondere Anwendungen können auch poröse Beschichtungen von Vorteil sein. Das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht die Herstellung von keramischen Beschichtungen, deren Schichtdicken mindestens 0,1 mm betragen, wobei die Schichtdicken auch bedeutend grösser sein können.

[0005] Die Energie, die für das Aufschmelzen des

keramischen Beschichtungsmaterials und für das aufzuschmelzende Oberflächenstück des Grundwerkstoffs erforderlich ist, wird mit Vorteil mittels eines Laserstrahls eingetragen. Keramische Stoffe sind sehr gute Absorber im Infrarotbereich, so dass ein in Pulverform vorliegendes Beschichtungsmaterial bei einem Durchflug durch den Laserstrahl vorgeheizt wird.

[0006] Der Grundwerkstoff, gegebenenfalls einschliesslich der Haftvermittlungsschicht, bildet das Substrat. Auf dieses wird der Laserstrahl gerichtet. In einer Wechselwirkungszone auf dem Substrat treffen die durch den Laserstrahl fliegenden und dabei vorgeheizten Pulverpartikel auf ein durch den Laserstrahl gebildetes Schmelzbad. Bei Vorliegen einer Haftvermittlungsschicht wird das zusätzliche Material an der Oberfläche des Substrats in der Wechselwirkungszone durch Konvektion und Diffusion teilweise in den Grundwerkstoff und teilweise in das Beschichtungsmaterial transportiert, wo es aufgrund von metallurgischen Reaktionen Übergangszonen ausbildet, die nach der anschliessenden Erstarrung des Schmelzbads den Grundwerkstoff mit der keramischen Beschichtung mechanisch stabil verbinden.

[0007] Der Grundwerkstoff ist mit Vorteil ein ferritischer Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt. Beim Abkühlen eines solchen Stahls bleibt eine Martensitbildung weitgehend aus.

[0008] Nachfolgend wird ein konkretes Beschichtungsverfahren beschrieben:

[0009] Als Beschichtungsmaterial wird ein Gemisch von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{ZrO}_2$  verwendet, mit Vorteil in einem Verhältnis der beiden Oxide, für das sich ein Eutektikum ergibt (42 Gew%  $\text{ZrO}_2$ ), so dass der Schmelzpunkt der Schicht einen minimalen Wert (rund  $1900^\circ\text{C}$ ) annimmt. Dieses Gemisch hat einen für keramische Materialien relativ grossen Wärmeausdehnungskoeffizienten, nämlich rund  $8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Als Grundwerkstoff wird ein Stahl verwendet, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient verglichen mit jenem anderer Metalle relativ klein ist, nämlich ein superferritischer Stahl (X1 CrNiMo, Ausdehnungskoeffizient:  $10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , Schmelzpunkt:  $1485^\circ\text{C}$ ; Zusammensetzung in Gewichtsprozenten: 0.003 C, 28.35 Cr, 3.35 Ni, 2.37 Mo, 0.38 Si, 0.37 Mn, Rest Fe). Es ist wichtig, dass der Ausdehnungskoeffizient des superferritischen Stahls etwas grösser als jener der keramischen Schicht ist, damit nach dem Abkühlen die Beschichtung unter einer Druckspannung steht. Für die Haftvermittlungsschicht wird Titan (Ti) gewählt.

[0010] Titan als Haftvermittlungsschicht kann mittels PVD (Physical Vapour Deposition) auf den Grundwerkstoff aufgebracht werden. Das Auftragen der Beschichtung muss abgeschirmt von Sauerstoff und Stickstoff, d.h. unter Schutzgas (Ar), durchgeführt werden.

[0011] Beim Aufschmelzen des Substrats diffundiert Ti aus der Haftvermittlungsschicht in den Grundwerkstoff und in das auf die Wechselwirkungszone auftretende Oxid. Aus dem Oxid geht Sauerstoff in die aufgeschmolzene Haftvermittlungsschicht und oxidiert

dort Ti, während Zirkoniumoxid ( $ZrO_2$ ) in einem Grenzbereich des keramischen Auftragsmaterials teilweise reduziert wird. Dadurch ergeben sich Angleichungen der chemischen Zusammensetzungen in einem Übergangsbereich zwischen Substrat und Beschichtung. Dieser Übergangsbereich bildet eine mechanisch stabile Verbindungszone.

[0012] In der Haftvermittlungsschicht kann das Ti teilweise oder ganz durch Zr oder Hf ersetzt sein. Als Grundwerkstoffe kommen auch andere Legierungen in Frage, die relativ kleine Wärmeausdehnungskoeffizienten haben und Schmelzpunkte aufweisen, die sich nicht stark von jenem der keramischen Schicht unterscheiden. Man kann beispielsweise einen ferritischen Baustahl verwenden. In diesem Fall muss die Haftvermittlungsschicht relativ dick sein (einige Hundertstel Millimeter), so dass eine Volumenzunahme durch martensitische Umwandlungen in einem abgeschwächten Ausmass auf die keramische Schicht einwirkt. Als Material für die Haftvermittlungsschicht ist  $MeCrAlY$  (wobei  $Me = Fe, Ni, Co$ ) verwendbar, das mittels Laserbeschichtung aufgetragen werden kann. Optimal ist, wenn in der Verbindungszone die Werte für den Ausdehnungskoeffizienten und die Schmelztemperatur sich zwischen den entsprechenden Werten des Grundwerkstoffs und der keramischen Beschichtung befinden.

[0013] Für eine erfolgreiche Herstellung einer Beschichtung, die erfindungsgemäss aufgrund einer Verbindungszone auf dem Grundwerkstoff haftet, ist zusätzlich erforderlich, dass das Substrat vorgeheizt wird. Mit Vorteil wird die für das Vorheizen nötige Wärme induktiv mittels elektromagnetischer Energie eingetragen. Es wird auf eine Temperatur  $T_G$  vorgeheizt, wobei die absolute Temperatur  $T_G$  grösser als rund 50% der Schmelztemperatur  $T_m$  des Grundwerkstoffs ist.

[0014] Die erfindungsgemäss hergestellte Beschichtung ist auch beständig gegen Thermoschock. Ohne dass es zu einem Abplatzen der keramischen Schicht kommt, sind relativ grosse Temperaturgradienten zwischen Beschichtung und Grundwerkstoff möglich.

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Einrichtung zur Herstellung der erfindungsgemässen Beschichtung,

Fig. 2 einen Teil einer zweiten Einrichtung, nämlich eine Düse zum Zuführen eines Schutzgases, in die eine zweite Düse für eine Pulverinjektion integriert ist, und

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform der Schutzgasdüse.

[0016] Die Einrichtung in Fig.1 umfasst folgende Kom-

ponenten: ein zu beschichtendes Werkstück 1, eine Laseranlage 2, einen Pulverspender 3 (Reservoir einschliesslich Förderer), eine Energiequelle 4 zu einer Induktionsheizung, eine Vorrichtung 5 zum Bewegen des Werkstücks 1, einen dicht verschliessenden Behälter 6 und ein Reservoir 7 für ein Schutzgas. Auf eine Wechselwirkungszone 10 auf dem Werkstück 1 wird unter der Einwirkung eines Laserstrahls 20 pulverförmiges Beschichtungsmaterial über einen Schlauch 32 und eine Düse 31 aufgetragen. Gleichzeitig wird mittels einer Elektrode 40, die über elektrische Leitungen 41a und 41b mit der Energiequelle 4 verbunden ist, induktiv Wärme im Werkstück 1 erzeugt. Mit der Einrichtung 5 wird das Werkstück 1 mit einer Vorschubgeschwindigkeit  $v$  in x-Richtung bewegt, so dass eine gleichmässige Spur 12 von aufgebrachtem Material 30 entsteht. Durch Verschiebungen des Werkstücks 1 in y-Richtung lässt sich eine Schar weiterer solcher Spuren in paralleler und dichter Anordnung herstellen. Die Elektrode 40 der Induktionsheizung kann je nach Grösse des Werkstücks 1 raumfest angeordnet sein; sie kann aber auch mit dem Werkstück 1 mitbewegt werden. Der Behälter 6, in dem die Beschichtung unter einer Schutzgasatmosphäre durchgeführt wird, ist über eine Leitung 71 mit dem Gasreservoir 7 verbunden. Ein Fenster 21 in der Wand des Behälters 6 ist für den Laserstrahl (Infrarot) durchlässig.

[0017] Es kann zusätzlich eine Regelungsvorrichtung vorgesehen sein (nicht dargestellt), mit der sich aufgrund von Temperaturmessungen am und auf dem Werkstück 1 Prozessparameter, insbesondere die Vorschubgeschwindigkeit des bewegbaren Halters 5 regeln lässt. Mit der Regelungsvorrichtung kann die Abkühlung des Grundwerkstoffs so kontrolliert werden, dass die Abkühlungsgeschwindigkeiten des Grundwerkstoffs und der Schicht von gleicher Grössenordnung sind, d.h. nicht um mehr als das Fünffache sich unterscheiden.

[0018] Es ist von Vorteil, das erfindungsgemässe Verfahren statt in der Schutzgasatmosphäre des Behälters 6 mittels einer geeignet ausgebildeten Schutzgasdüse 60 durchzuführen - siehe Fig.2: eine grosse Düse 60 für die Zufuhr des Schutzgases 77, innerhalb welcher Raum für den Laserstrahl 20 und eine kleine Düse 31 vorgesehen ist, wobei mit der kleinen Düse 31 Beschichtungsmaterial 33, das aus Pulverpartikeln 30 besteht, zugeführt wird. In einem Ringspalt zwischen der Wand der grossen Düse 60 und einem Rohrstück 22, aus dem der Laserstrahl 20 austritt, wird das Schutzgas 77 in Form einer laminaren Strömung zur Düsenöffnung 61 geführt. Nach dem Austritt aus der Düsenöffnung 61 bildet das Schutzgas 77 - weiter laminar strömend - eine Barriere 70 gegen den umgebenden Luftraum. Diese Barriere 70 ist so bemessen, dass ein Eindiffundieren der Umgebungsluft zur Wechselwirkungszone 10 unterdrückt wird. Die Einrichtungsteile, die sich im Schutzgasstrom befinden, sind geeignet geformt, so dass eine laminare Ausbildung der Strömung des Schutzgases 77 gewährleistet ist; insbesond-

ere ist die Pulverdüse 31 stromlinienförmig ausgebildet.

[0019] Das Werkstück 1 ist mit einer Haftvermittlungsschicht 11 aus einem Material beschichtet, mit dem erfindungsgemäss eine Verbindungszone 12' erzeugbar ist. In der Schmelze der Wechselwirkungszone 10 verteilt sich dieses Material in einem durch Punkte angedeuteten Bereich 11'; es verbindet sich dabei einerseits mit dem Grundwerkstoff 1' und andererseits mit dem auftreffenden Beschichtungsmaterial 30. Durch den Materialauftrag auf das mit einer Geschwindigkeit  $v$  bewegte Werkstück 1 entsteht ein Spur 12, der zusammen mit weiteren parallel aufgetragenen Spur eine zusammenhängende Beschichtung 13 bildet.

[0020] Fig.3 zeigt eine Schutzgasdüse 60 mit folgenden Komponenten: Flansch 23, Zwischenring 24, ZnSe-Fenster 21 (transparent für Infrarot), Schutzgasanschlüsse 72, Ringkanal 61, spaltförmige Durchtrittsöffnung 62 und Pulverdüse 30 mit Anschlussschlauch 31. Bei diesem Beispiel befindet sich der Brennpunkt 25 des Laserstrahls 20 über der Wechselwirkungszone 10 des Werkstücks 1. Das Schutzgas 77 wird über den Spalt 62 so in den Innenraum der Düse 60 eingespeist, dass sich eine gleichmässige laminare Strömung ausbildet.

[0021] Für die erfindungsgemässe Erzeugung einer Verbindungsschicht 12' ist es nicht erforderlich, dass das dazu benötigte Zusatzmaterial, beispielsweise Ti, in Form einer Haftvermittlungsschicht 11 aufgebracht wird (siehe Fig.2), die in einem separaten Schritt vor der Beschichtung mit dem keramischen Material 30 hergestellt werden muss. Es ist auch möglich, das Zusatzmaterial beispielsweise zusammen mit dem keramischen Material oder mittels einer zweiten Pulverdüse (nicht dargestellt) unmittelbar vor dem Auftrag des keramischen Materials 30 in die Wechselwirkungszone 10 einzubringen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass beim Giessen des Grundwerkstoffs zur Herstellung eines Gusskörpers das Zusatzmaterial zugegeben wird. Das Zusatzmaterial kann auch Bestandteil einer Zwischenschicht sein.

[0022] Dem keramischen Beschichtungsmaterial (30) können auch Partikel zugefügt werden, die chemisch weitgehend stabil gegenüber den im Beschichtungsverfahren auftretenden schmelzflüssigen Phasen sind. Dabei können die Partikel aus keramischen Hartstoffen wie Carbiden, Nitriden, Boriden und/oder Oxiden bestehen oder von beständigen Schutzschichten umhüllt sein. Solche Partikel können der Verbesserung der Verschleissbeständigkeit dienen. Die Partikel werden dem Pulver des Beschichtungsmaterial zugemischt; sie können aber auch durch eine separate Pulverzufuhr in das laserinduzierte Schmelzbad eingebracht werden.

[0023] Das erfindungsgemässe Verfahren lässt sich dazu verwenden, Schichten zum Schutz gegen thermomechanische oder chemisch-korrosive Beanspruchung herzustellen, beispielsweise zum Schutz von Turbinenrädern. Wärmedämmung bei höheren Temperaturen und Verschleisschutz sind weitere

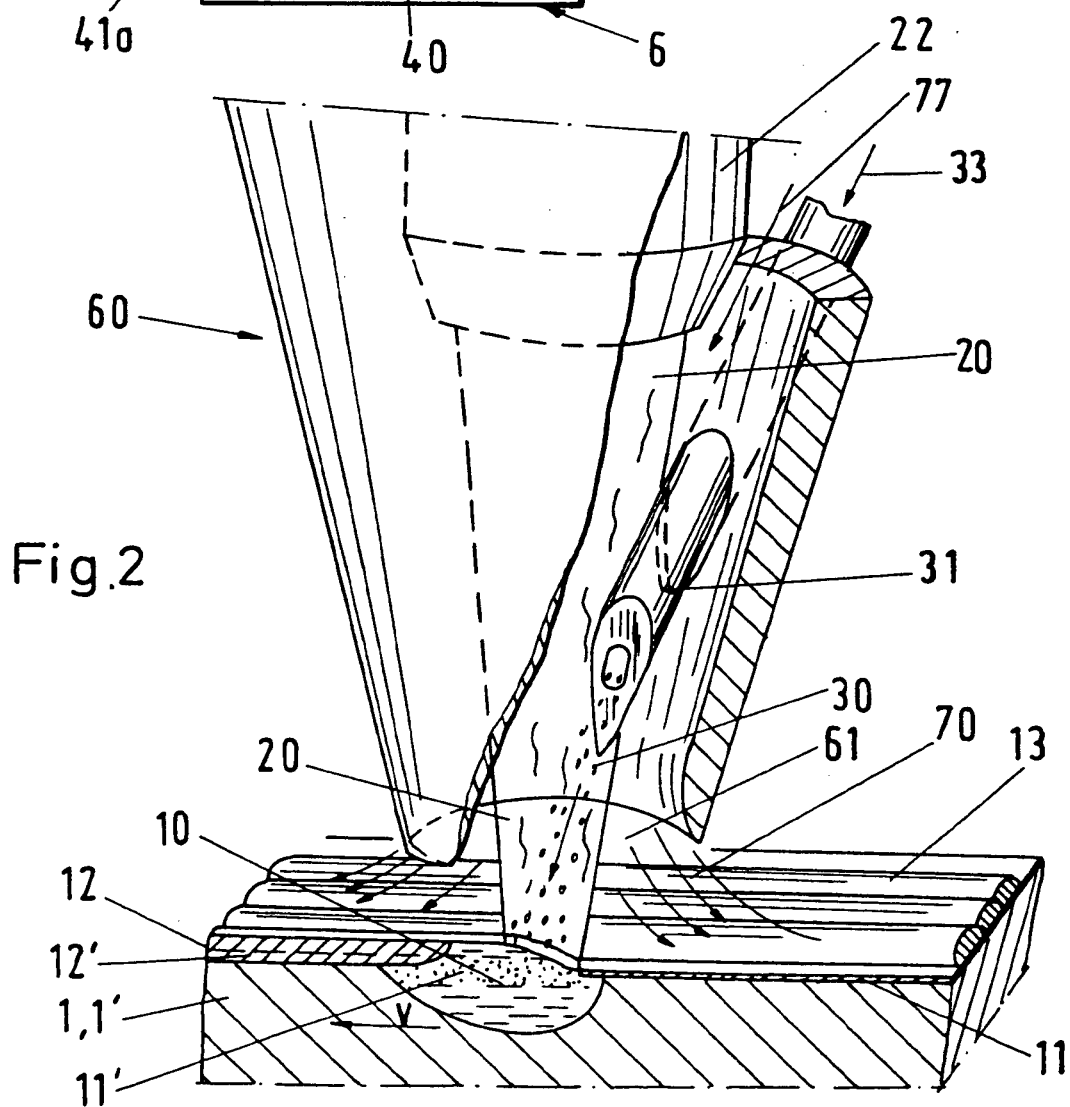
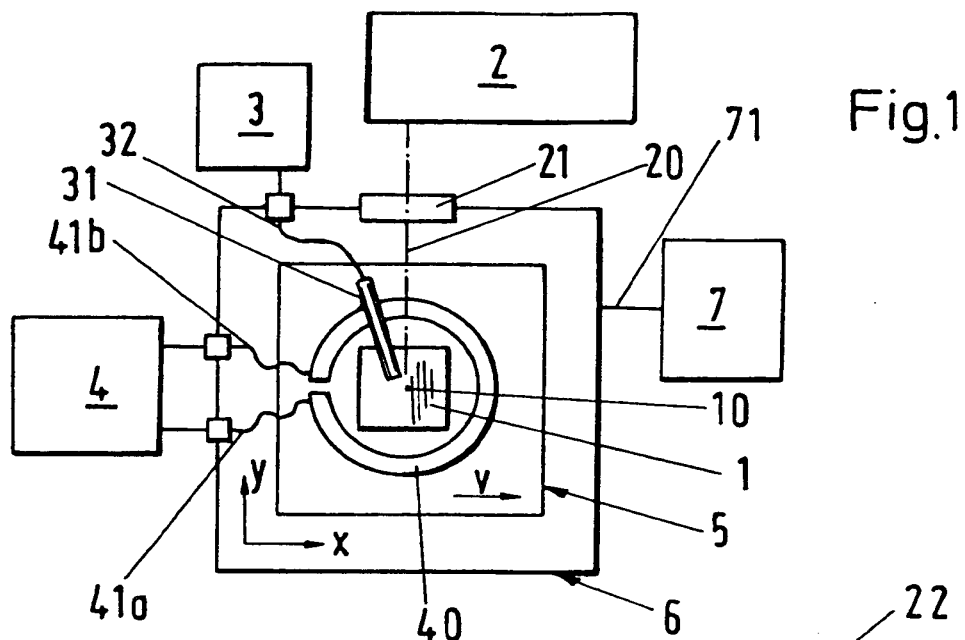
Anwendungsmöglichkeiten.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer keramischen Schicht (12, 13) auf einem metallischen Grundwerkstoff (1), bei welchem Verfahren der Grundwerkstoff auf einer erhöhten Temperatur gehalten wird, keramisches Beschichtungsmaterial (30) auf einen lokal geschmolzenen Oberflächenbereich (10) des Grundwerkstoffs aufgebracht und ebenfalls aufgeschmolzen wird, so dass sich mit einem Zusatzmaterial eine metallurgische Verbindungszone (12') ausgebildet, wobei das Zusatzmaterial, das auf dem Grundwerkstoff als Haftvermittlungsschicht (11) zusätzlich aufgebracht oder dem Grundwerkstoff als Legierungsbestandteil beigegeben worden ist, mit dem Beschichtungsmaterial reagiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundwerkstoff (1') auf eine Temperatur  $T_G$  vorgeheizt wird, wobei insbesondere elektromagnetische Energie induktiv eingetragen wird, und die absolute Temperatur  $T_G$  grösser als rund 50% der Schmelztemperatur  $T_m$  des Grundwerkstoffs ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial (30) und die zu beschichtende Oberfläche gleichzeitig mittels eines Laserstrahls (20) aufgeschmolzen werden, wobei der Laserstrahl auf die zu beschichtende Stelle gerichtet wird und das Beschichtungsmaterial in Pulverform durch den Strahl gefördert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zur Erzeugung der Verbindungszone (12') zusätzlich auf den Grundwerkstoff (1') aufgebrachte Material (11) mittels eines separaten Verfahrensschritts, insbesondere durch eine Laserbeschichtung, durch ein Aufbringen aus der Dampfphase (PVD) oder durch thermisches Spritzen aufgebracht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialauftrag in einem laminar strömenden Schutzgas (70) durchgeführt wird, wobei mittels der Gasströmung ein Eindiffundieren von Luft aus der Umgebung zu den zu beschichtenden Stellen (10) weitgehend unterdrückt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mit einer Regelungsvorrichtung die Abkühlung des Grundwerkstoffs so kontrolliert wird, dass die

Abkühlgeschwindigkeiten des Grundwerkstoffs und der Schicht von gleicher Grössenordnung sind, d.h. um nicht mehr als das Fünffache sich unterscheiden.

7. Einrichtung zum Beschichten eines Werkstücks (1) mittels des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch eine grosse Düse (60) für die Zufuhr des Schutzgases (77), innerhalb welcher Raum für den Laserstrahl (20) und eine kleine Düse (31) vorgesehen ist, wobei mit der kleinen Düse Beschichtungsmaterial (30) zuführbar ist und unter der Austrittsöffnung (61) der grossen Düse ein bewegbarer Halter (5) für das Werkstück sowie eine Induktionsheizung (4, 40) angeordnet sind. 5
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass Einrichtungsteile (31, 22), die sich im Schutzgasstrom (77) befinden, geeignet geformt sind, so dass eine laminare Ausbildung der Strömung (70) des Schutzgases gewährleistet ist. 10
9. Einrichtung nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regelungsvorrichtung vorgesehen ist, mit der aufgrund von Temperaturmessungen am und auf dem Werkstück (1) Prozessparameter, insbesondere eine Vorschubgeschwindigkeit des bewegbaren Halters (5), regelbar sind. 15
10. Werkstück (1), hergestellt nach dem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass für den metallischen Grundwerkstoff (1') und das keramische Beschichtungsmaterial (30) Stoffe gewählt sind, für welche die Wärmeausdehnungskoeffizienten sowie die Schmelztemperaturen jeweils Werte aufweisen, die sich nicht mehr als um rund 50%, vorzugsweise 20%, voneinander unterscheiden. 20
11. Werkstück nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundwerkstoff (1') ein ferritischer Stahl ist, für den zu einer weitgehenden Vermeidung einer Martensitbildung ein niedriger Kohlenstoffgehalt vorgesehen ist. 25
12. Werkstück nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial (30) aus einem Gemisch von  $Al_2O_3$  und  $ZrO_2$ , insbesondere einer eutektisch erstarrenden  $Al_2O_3$ - $ZrO_2$ -Legierung, besteht, welche zusätzlich beispielsweise Chrom-, Titan-, Yttrium-, Magnesium- und/oder Calciumoxid enthalten kann, mit maximal 10 Gewichtsprozent des zusätzlichen Oxids. 30
13. Werkstück nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das keramische Beschichtungsmaterial (30) zusätzlich bis zu 40 Volumenprozent Partikel enthält, die chemisch weitgehend stabil gegenüber den im Beschichtungsverfahren auftretenden schmelzflüssigen Phasen sind, wobei die Partikel aus keramischen Hartstoffen wie Carbiden, Nitriden, Boriden und/oder Oxiden bestehen oder von beständigen Schutzschichten umhüllt sind. 35
14. Werkstück nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftvermittlungsschicht (11) bzw. der Legierungszusatz reaktive Elemente, beispielsweise Ti, in metallischer Form enthält. 40



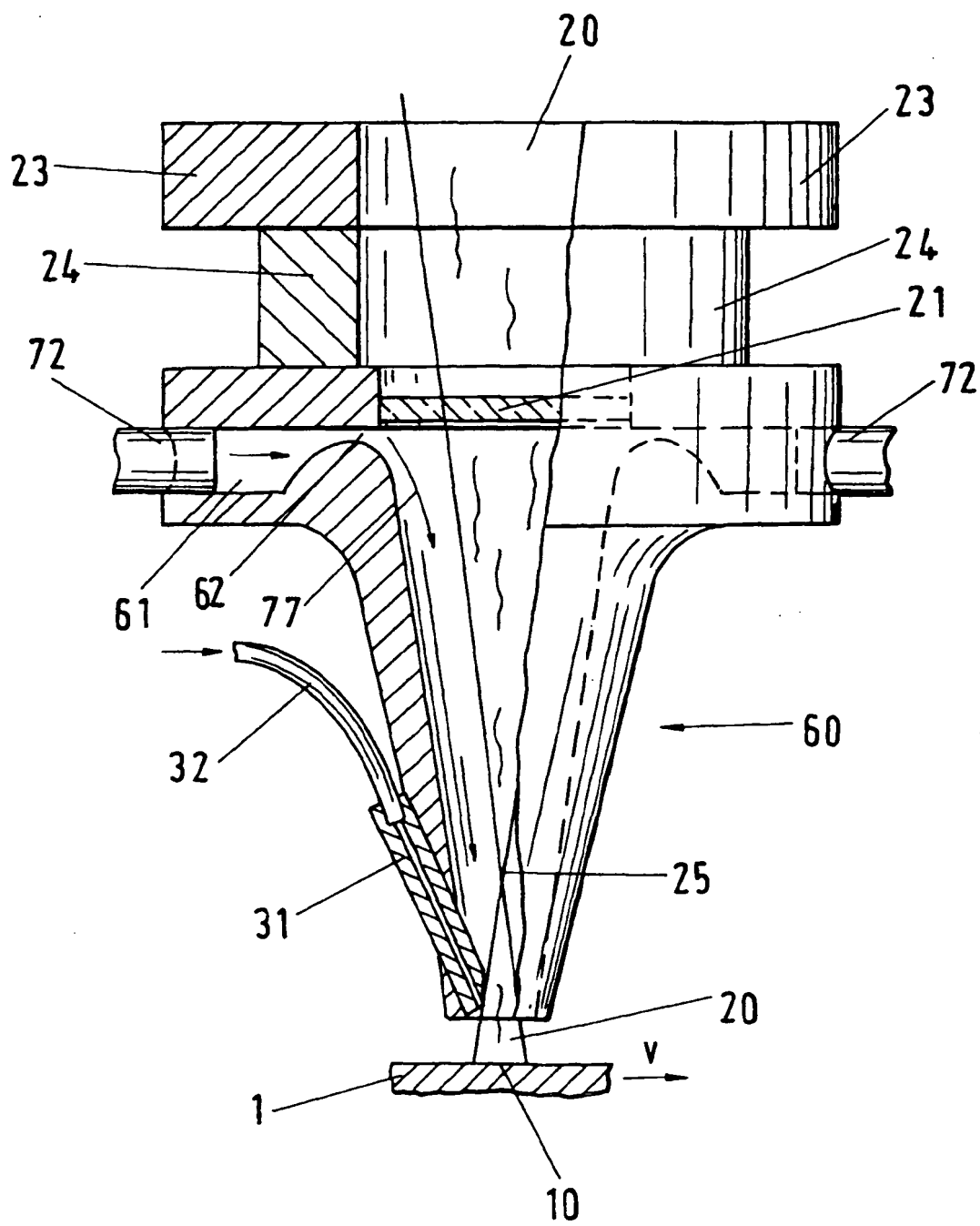


Fig.3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0830

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y A	EP 0 664 349 A (VOEST-ALPINE STAHL) * Seite 4, Spalte 5, Zeile 30 - Zeile 57; Ansprüche 1-7,11,13,16,17 *	1,4,7,10 2,3,5,8	C23C24/10 C23C26/02
Y	EP 0 246 003 A (DEN NORSKE STATS OLJESELKAP) * Ansprüche 1,3-5; Beispiel 1 *	1,4,7,10	
A	EP 0 497 119 A (THYSSEN EDELSTAHLWERKE) * Ansprüche 1-18 *	1,3,4,7, 10,14	
A	GB 2 157 600 A (KABEL-UND METALLWERKE GUTEHOFFNUNGSHUTTE) * Seite 2, Zeile 84 - Zeile 103 * * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 10 * * Seite 3, Zeile 81 - Zeile 92; Ansprüche 1,2,4,18,20,21 *	1,3,7, 10,13	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 042 (C-564), 30. Januar 1989 & JP 63 241154 A (TOSHIBA CORP), 6. Oktober 1988, * Zusammenfassung *	1,3,4,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) C23C
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 139 (C-491), 27. April 1988 & JP 62 253777 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 5. November 1987, * Zusammenfassung *	1,3,7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 206 (C-433), 3. Juli 1987 & JP 62 027561 A (MISHIMA KOSAN CO LTD), 5. Februar 1987, * Zusammenfassung *	1,3	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	8. April 1998	Elsen, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)





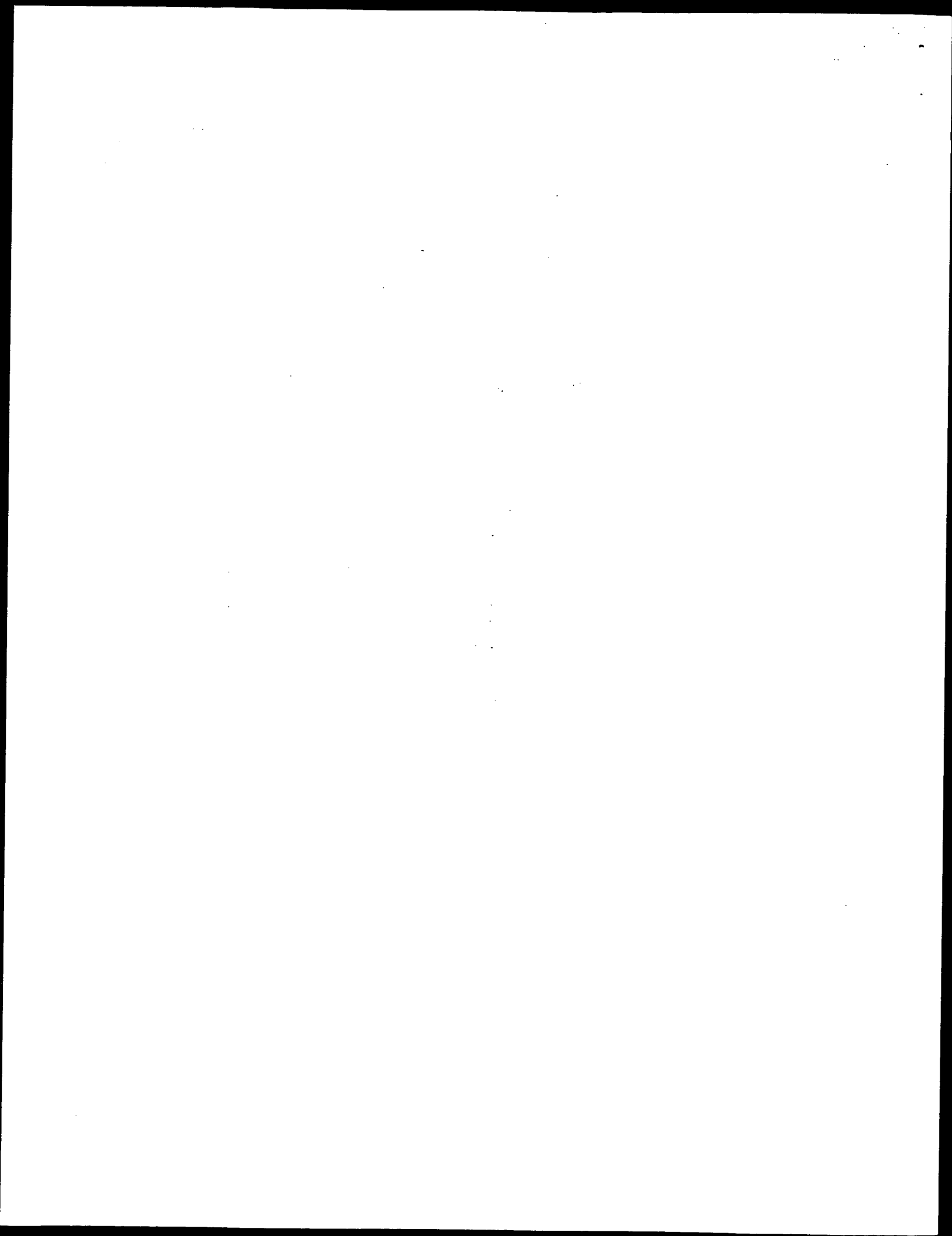
Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0830

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	FR 2 551 770 A (HONDA GIKEN) * Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-6 *	13	
A	WO 97 26388 A (THE UNIVERSITY OF TENNESSEE RESEARCH CORPORATION) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>8. April 1998</b>	Prüfer <b>Elsen, D</b>
<p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03/92 (P04C03)



# Method for the production of a ceramic layer on a metallic base material

FILED

Veröffentlichungsnr. (Sek.) ☐ US6221175  
Veröffentlichungsdatum : 2001-04-24  
Erfinder : BOURBAN ST EGRAVE WES (CH); KURZ WILFRIED (CH); JANSEN FRANZ (CH); MARI DANIELE (CH); HOFMANN HEINRICH (CH)  
Anmelder :: SULZER INNOTECH AG (US)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ EP0915184  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) US19980187128 19981105  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) EP19970810830 19971106  
Klassifikationssymbol (IPC) : C23C22/70  
Klassifikationssymbol (EC) : C23C24/10, C23C26/02  
Korrespondierende Patentschriften SG65787

## Bibliographische Daten

The method for the production of a ceramic layer on a metallic base material combines the following measures: The base material is preheated. Ceramic coating material is applied to a locally melted surface region of the base material. The coating material is therein likewise melted. A metallurgical bonding zone is provided using an additive material which reacts with the coating material and which is additionally applied to the base material as an adhesion producing layer or is added to the base material as a component of the alloy

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - 12

DOCKET NO: SBV-07699P

SERIAL NO: 09/933,053

APPLICANT: Heinemann et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100